

**AKTIVITAS ANTIBAKTERI KAIN KASA TERLAPISI TiO_2/Ag AMORF, Ag, DAN
KITOSAN/Ag TERHADAP BAKTERI GRAM NEGATIF DAN POSITIF
(*Antibacterial Activity of Gauze Coated by TiO_2/Ag Amorphous, Ag, and Chitosan/Ag
Against Gram Negative and Positive Bacteria*)**

Candra Purnawan*, Tri Martini, Sotya Rawiningtyas dan Zidny Z.S.R.A.

Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A, Kientingan, Surakarta 57126

*Penulis korespondensi. Telp: 081227142177; Email : candra_pr@yahoo.com

Diterima: 29 November 2013

Disetujui: 30 Januari 2014

Abstrak

Pelapisan kain kasa dengan komposit TiO_2/Ag amorf, kitosan/Ag, dan Ag telah dilakukan menggunakan metode *dip coating* dengan variasi urutan pelapisan. Komposit TiO_2/Ag amorf disintesis dengan metode sol gel dalam pelarut etanol. Hasil sintesis dikarakterisasi menggunakan FTIR dan XRD. Kain kasa hasil pelapisan dikarakterisasi menggunakan XRD dan dilakukan uji antibakteri menggunakan metode *optical density* pada 600nm terhadap aktivitas bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Kain kasa dengan urutan pelapisan kitosan/Ag, komposit TiO_2/Ag amorf, dan Ag memiliki daya antibakteri optimum. Daya antibakteri kain kasa terhadap *E. coli* sebesar 98,66% setelah jam ke-24. Daya antibakteri tersebut lebih besar dibandingkan dengan daya antibakteri terhadap *S. aureus* yaitu 71,47% setelah jam ke-24.

Kata kunci : perak, titanium dioksida, kitosan, antibakteri, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*.

Abstract

Coated of TiO_2/Ag amorphous composite, chitosan/Ag, and Ag in gauze have been done using dip coating method with plating sequence variation. TiO_2/Ag amorphous composite has been synthesized by sol gel method in ethanol. This composite was characterized using FTIR and XRD. Coated gauze was characterized using XRD and antibacterial test was conducted by optical density at 600 nm against Escherichia coli and Staphylococcus aureus. The results showed that coated gauze with the sequence was chitosan/Ag, TiO_2/Ag amorphous composite, and Ag was optimum antibacterial power. The inhibition against Escherichia coli was greater than Staphylococcus aureus. The inhibition against E. coli was 98.66% for 24 hours and against S. aureus was 71.47% for 24 hours.

Keywords: silver, titanium dioxide, chitosan, antibacterial, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*.

PENDAHULUAN

Pengaruh kondisi dan kualitas lingkungan saat ini diketahui dapat menyebabkan kondisi luka pada seseorang semakin memburuk. Untuk mengatasi hal itu saat ini banyak digunakan produk perlindungan luka dan salah satunya adalah kain kasa. Kain kasa merupakan tekstil yang berbahan dasar selulosa dan banyak digunakan dalam bidang kesehatan. Namun pada sisi lain, material selulosa juga merupakan media yang baik untuk pertumbuhan bakteri (Chen dkk., 2010). Keberadaan bakteri tersebut akan memperbesar resiko infeksi luka (Goldman dan Green, 2009), sehingga perlu dilakukan penambahan bahan antibakteri pada kain kasa.

Komposit kitosan/Ag, Ag dan kristal TiO_2/Ag diketahui memiliki aktivitas antibakteri yang baik pada tekstil (Zgondek dkk., 2008; Cao dkk., 2010). Komposit TiO_2/Ag amorf juga memiliki aktivitas antibakteri namun belum diketahui mekanismenya (Kedziora dkk., 2012). Perbedaan metode pelapisan

ketiga senyawa tersebut memberikan interaksi yang berbeda sehingga menghasilkan daya antibakteri yang berbeda pula. Salah satu metode pelapisan yang banyak digunakan adalah gabungan metode *sol gel-dip coating*. Metode sol gel dapat dilakukan pada suhu rendah, pembentukan partikel dapat dikontrol, dan homogenitas tinggi (Dimitriev dkk., 2008). Sementara itu, kelebihan pelapisan menggunakan metode *dip-coating* adalah simple dan murah.

Pada penelitian ini dilakukan pelapisan kain kasa menggunakan komposit TiO_2/Ag amorf, kitosan/Ag, dan Ag dengan variasi urutan pelapisan. Uji aktivitas antibakteri kain kasa hasil pelapisan dilakukan terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

METODE PENELITIAN

Sintesis TiO_2/Ag gel

Etanol sebanyak 17,5 mL ditambah dengan 1 mL asam asetat tetes demi tetes sambil diaduk selama 10

menit. Kemudian ditambah titanium (IV) isopropoksida dan diaduk selama 1 jam. Setelah itu, ditambahkan larutan diaminperak sambil tetap diaduk hingga terbentuk gel. Gel yang terbentuk kemudian disentrifuse dengan kecepatan 2000 rpm selama 40 menit. Gel dicuci dengan menggunakan methanol dan aquades kemudian dilarutkan ke dalam akuades hingga volume 100 mL. Komposit TiO_2/Ag amorf dikarakterisasi menggunakan FTIR dan XRD.

Pelapisan gel pada kain kasa

Kitosan/Ag, TiO_2/Ag amorf, dan Ag dilapiskan pada kain kasa menggunakan metode *dip-coating* dengan variasi urutan S1(Ag; TiO_2/Ag amorf; kitosan/Ag), S2 (TiO_2/Ag amorf; Ag; kitosan/Ag), S3 (kitosan/Ag; TiO_2/Ag amorf; Ag), S4 (TiO_2/Ag amorf; kitosan/Ag; Ag), S5 (Ag; kitosan/Ag; TiO_2/Ag amorf), S6 (kitosan/Ag; Ag; TiO_2/Ag amorf). Kain kasa hasil pelapisan dikarakterisasi menggunakan XRD.

Uji aktivitas antibakteri kain kasa

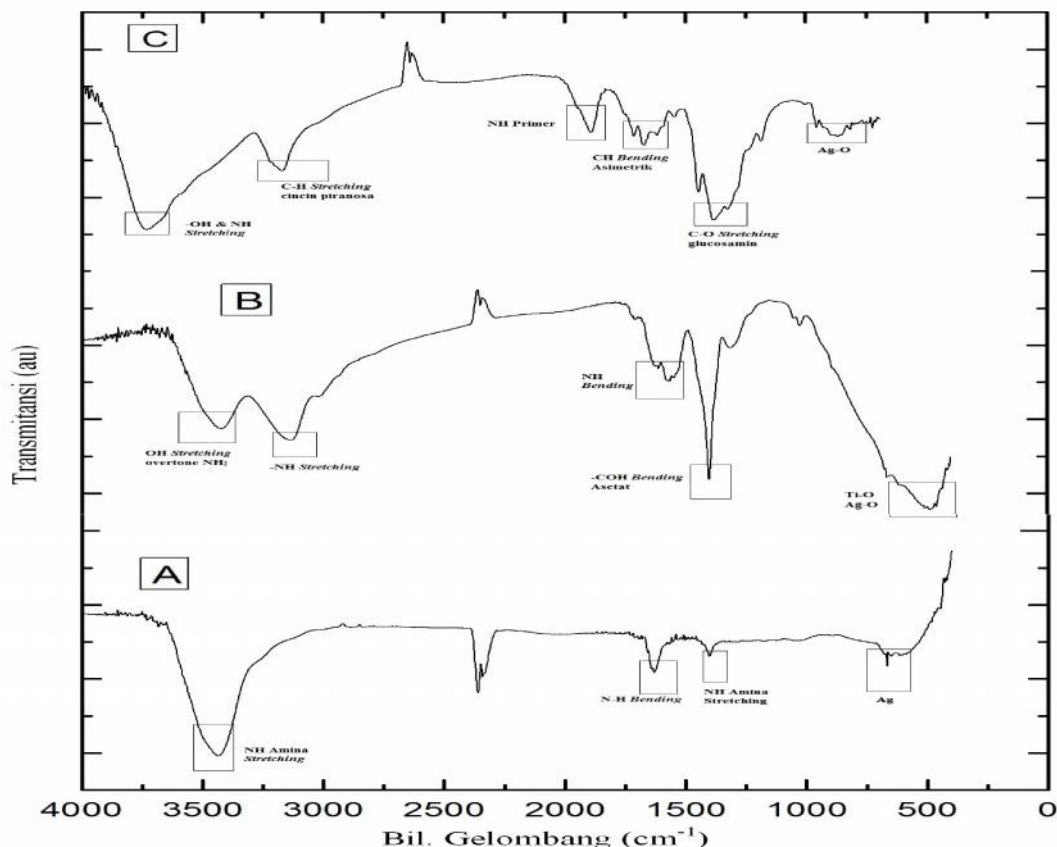
Uji aktivitas antibakteri kain kasa terhadap *E. coli* dan *S. aureus* dilakukan dengan metode *Optical Density* pada panjang gelombang 600 nm, suhu inkubasi 37°C , dan kecepatan *shaking* 100 rpm.

Pengukuran dilakukan pada jam ke-0, 3, 6, 9, 12, dan 24 jam.

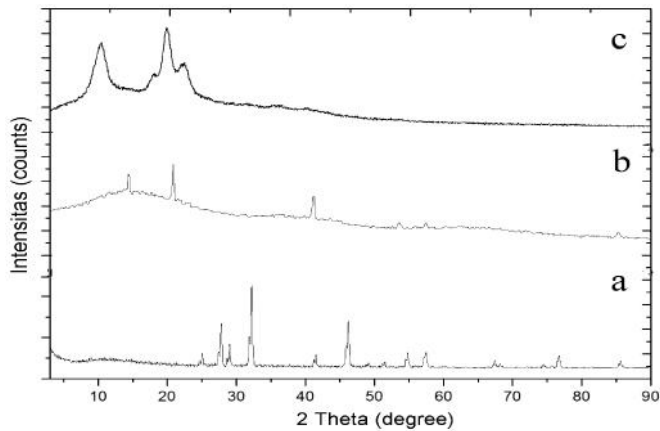
HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposit TiO_2/Ag amorf ini disintesis dari prekursor titanium(IV) isopropoksida dan diaminperak. Sintesis dilakukan dengan metode *sol-gel* menggunakan asam asetat sebagai agen penghidrolisisnya dan pelarut etanol pada suhu kamar. Penggunaan etanol berfungsi untuk membentuk ukuran partikel yang lebih homogen dibandingkan dengan menggunakan pelarut air. Hasil sintesis dikarakterisasi dengan FTIR dan XRD.

Karakterisasi menggunakan FTIR pada diaminperak, komposit TiO_2/Ag amorf, dan komposit kitosan/Ag disajikan pada Gambar 1. Gambar 1(a), merupakan spektra IR diaminperak yang memperlihatkan adanya serapan pada bilangan gelombang $3435,22\text{ cm}^{-1}$ dan $1402,25\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan serapan gugus N-H amina *stretching* (Stuart, 2004). Gugus amina diperkuat dengan munculnya serapan pada bilangan gelombang $1631,78\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan serapan N-H *bending*. Serapan Ag pada Diaminperak ditunjukkan oleh serapan pada bilangan gelombang $669,3\text{--}576,72\text{ cm}^{-1}$ (Tripathi *et al*, 2011).



Gambar 1. Spektra IR dari (a) diaminperak, (b) TiO_2/Ag amorf dan (c) kitosan/Ag.

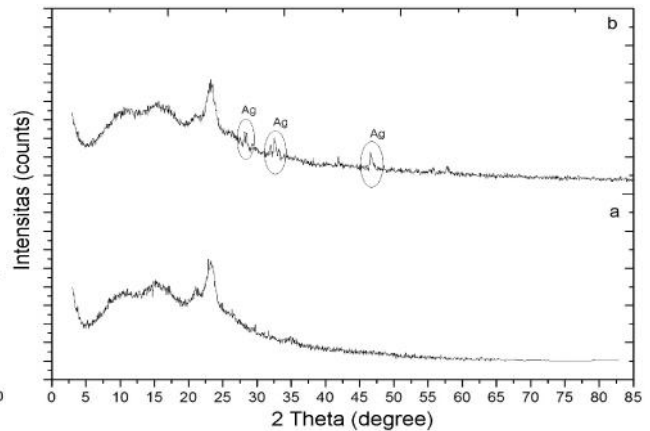


Gambar 2. Difraktogram (a) diaminperak, (b) TiO_2/Ag amorf dan (c) kitosan/Ag.

Gambar 1(b). merupakan spektra IR Komposit TiO_2/Ag amorf yang memperlihatkan adanya serapan pada bilangan gelombang $3421,72 \text{ cm}^{-1}$ yang merupakan serapan $-\text{OH}$ stretching, overtone dengan NH_2 pada $3414,00 \text{ cm}^{-1}$. Gugus NH_2 dideteksi dari puncak rangkap pada bilangan gelombang $3414,00 \text{ cm}^{-1}$ dan $3134,33 \text{ cm}^{-1}$. Gugus NH_2 tersebut berasal dari diaminperak yang ditambahkan sebagai prekursor Ag. Dari spektra IR tersebut masih ditemukan adanya serapan vibrasi bending C-OH asetat pada $1400,33 \text{ cm}^{-1}$. Sementara itu, Ag dan Ti diidentifikasi dari serapan khas oksida logam Ag-O dan Ti-O pada bilangan gelombang $661,5 - 410,84 \text{ cm}^{-1}$ (Stuart, 2004; Tripathi *et al*, 2011).

Gambar 1(c), merupakan spektra IR kitosan/Ag yang menunjukkan adanya serapan pada bilangan gelombang $3437,15 \text{ cm}^{-1}$ yang merupakan serapan O-H stretching yang overlapping dengan serapan N-H stretching pada bilangan gelombang $3423,65 \text{ cm}^{-1}$. Serapan pada bilangan gelombang $2875,86 \text{ cm}^{-1}$ merupakan serapan C-H stretching; $1654,92 \text{ cm}^{-1}$ merupakan serapan C=O stretching (NHCOCH_3); $1598,99 \text{ cm}^{-1}$ merupakan serapan N-H amina ($-\text{NH}_2$); $1421,54 \text{ cm}^{-1}$ merupakan serapan C-H bending; 1089 cm^{-1} , 1153 cm^{-1} , dan 1253 cm^{-1} menunjukkan serapan C-O stretching, dan serapan pada bilangan gelombang $663,51 - 491,85 \text{ cm}^{-1}$ merupakan serapan Ag-O (Tripathi *et al*, 2011; Samiyatun, 2010).

Hasil analisis XRD disajikan pada Gambar 2. Difraktogram diaminperak (Gambar 2(a)) menunjukkan puncak utama pada 2θ : $27,98$; $32,4$; $46,4$; $54,96$; $57,66$; $67,58$; $74,54$; $76,84$; dan $85,78^\circ$. Komposit TiO_2/Ag (Gambar 2(b)) hasil sintesis berada pada fasa amorf, ditunjukkan oleh puncak difraktogram yang melebar. Selain itu terdapat tiga puncak dominan yang merupakan puncak dari Ag. Sementara itu difraktogram kitosan/Ag (Gambar 2(c)) menunjukkan bahwa puncak utama kitosan berada pada 2θ sekitar 20° dan 10° . Puncak tajam pada sekitar

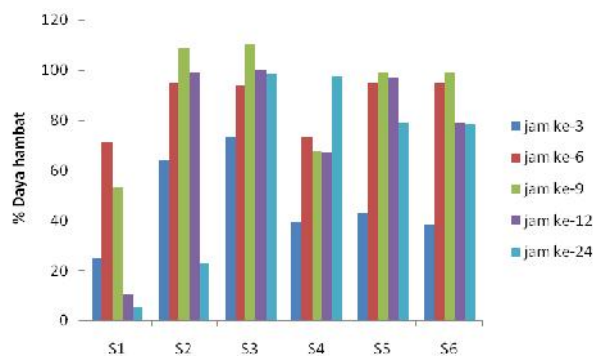


Gambar 3. Difraktogram (a) kain kasa tanpa pelapisan dan (b) kain kasa terlapis S3

2θ tersebut menunjukkan bahwa kitosan/Ag memiliki keteraturan bidang kristal.

Pada pelapisan kain kasa S3 (Gambar 3(b)) terjadi penurunan intensitas dibandingkan dengan intensitas kain kasa tanpa perlakuan (Gambar 3a.). Penurunan intensitas ini disebabkan karena TiO_2/Ag yang dilapiskan pada S3 adalah TiO_2/Ag sol-gel yang berfasa amorf. Selain itu diketahui terbentuk 3 puncak baru yang merupakan puncak dari Ag diaminperak yaitu pada 2θ sekitar $27,98$; $32,4$; $46,4$. Pada difraktogram yang disajikan pada Gambar 3, tidak terlihat adanya puncak-puncak utama dari kitosan/Ag. Hal ini dimungkinkan karena adanya kemiripan struktur antara kain kasa (selulosa) dengan kitosan/Ag yang memungkinkan adanya kesamaan pola kristal, pola difraksi sinar-X, dan tumpang tindih pola difraksi sehingga puncak-puncak utamanya tidaklah tampak. Penambahan komposit kitosan/Ag, TiO_2/Ag amorf, dan diaminperak dengan variasi urutan pelapisan mampu meningkatkan daya hambat kain kasa terhadap bakteri baik gram positif maupun gram negatif. Hasil analisis antibakteri kain kasa terhadap bakteri gram positif (*S. aureus*) dan gram negatif (*E. coli*) menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada 600 nm disajikan pada Gambar 4 dan 5. Pada gambar tersebut terlihat kain kasa dengan urutan pelapisan S3 memberikan daya antibakteri yang optimum. Hal itu dipengaruhi oleh keberadaan Ag dari diaminperak pada lapisan terluar, dimana Ag akan berinteraksi dengan gugus thiol pada dinding sel bakteri dan dapat bertindak sebagai agen bakteriolisis.

Berdasarkan Gambar 4 dan 5 diketahui kain kasa S3 memiliki daya antibakteri yang berbeda terhadap bakteri *E. coli* dan *S. aureus*. Daya antibakteri terhadap *E. coli* lebih besar daripada terhadap *S. aureus*. dimana pada jam ke-24 daya hambat kain kasa S3 terhadap *E. coli* sebesar $98,66\%$ sedangkan terhadap *S. aureus* hanya sebesar $71,47\%$. Perbedaan daya antibakteri



Gambar 4. Daya hambat kain kasa terlapisi komposit terhadap bakteri *E. coli*

tersebut dimungkinkan karena perbedaan substituen penyusun dinding sel antara bakteri *E. coli* dan *S. aureus*. Bakteri *S. aureus* lebih tidak sensitif terhadap gangguan agen antibakteri karena kemampuannya dalam pembentukan spora (Li dkk., 2008).

KESIMPULAN

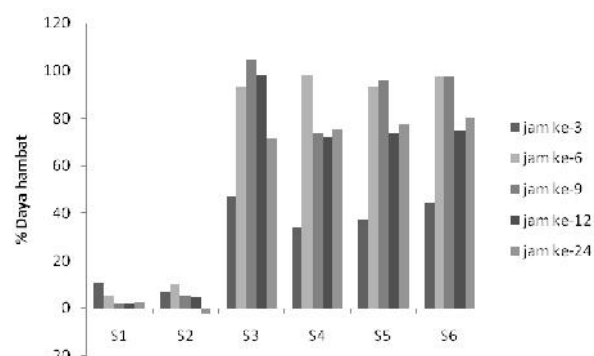
Perbedaan urutan pelapisan mempengaruhi aktivitas antibakteri dimana urutan pelapisan yang paling baik adalah kain kasa yang terlapisi kitosan/Ag-TiO₂/Ag-Ag (S3) dengan daya hambat terhadap *E. coli* sebesar 98,66%, sedangkan terhadap *S. aureus* hanya sebesar 71,47%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada DIKTI yang mendanai penelitian ini melalui Hibah Sarjana DIPA UNS dengan nomor kontrak 14/UN27.9/PL/2012.

DAFTAR PUSTAKA

- Cao, X.L., Cheng, C., Ma, Y.L., dan Zhao, C.S. 2010. Preparation of Silver Nanoparticles With Antimicrobial Activities and The Researches of Their Biocompatibilities. *J Mater Sci: Mater Med*, 21:2861–2868.
- Chen, X., Liu, Y., Shi, H., Wang, X., Qi, K., Zhou, X., dan Xin, J.H., 2010. Carboxymethyl Chitosan Coating to Block Photocatalytic Activity of TiO₂ Nanoparticles. *Textile Res. J.*, 80:2214.
- Dimitriev, Y., Y. Ivanova, dan R. Iordanova, 2008. History of Sol-Gel Science and Technology. *J.*



Gambar 5. Daya hambat kain kasa terlapisi komposit terhadap bakteri *S. aureus*

Univ. Chem. Techn. & Metallurgy. 43(2):181-192.

- Goldman, E., dan Green, L.H., 2009. *Practical Handbook of Microbiology*. Second Edition, CRC Taylor and Francis, Boca Raton.
- Kedziora, A., Strek, W., Kepinski L, Bugla-Ploskonska G, dan Doroszkiewicz, D., 2012. Synthesis and Antibacterial Activity of Novel Titanium Dioxide Doped with Silver, *J Sol-Gel Sci Technol*. DOI 10.1007/s10971-012-2688-8.
- Li, Q., Shaily, M., Delina, Y., Lyon, Lena, B., Michael, V.L., Dong, L., dan Pedro, J.J.A., 2008. Antimicrobial Nanomaterial for Water Disinfection and Microbial Control : Potensial Application and Implication. *Water Res.*, 42:4591-4602.
- Samiyatun, 2010. *Studi Penambahan Sifat Antibakteri Kitosan dan Komposit Kitosan/Ag dalam Proses Daur Ulang Limbah Kemasan Polipropilen*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Stuart, B., 2004. *Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications*. John Wiley & Sons, New York.
- Tripathi, S., Mehrotra, G. K., dan Dutta, P. K., 2011. Chitosan-Silver-Oxide Nanocomposite Film; Preparation and Antimicrobial Activity. *Bull. Mater. Sci.*, 34(1):29-35.
- Zgondek, E. Matyjas, A. Bacciarelli, E. Rybicki, M. I. Szykowska, dan M. Kołodziejczyk, 2008. Antibacterial Properties of Silver-Finished Textiles. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 16(5):101-107.